

## QUALIDADE DE MUDAS DE *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. EM DOIS AMBIENTES E DIFERENTES NÍVEIS DE FERTIRRIGAÇÃO

### QUALITY OF *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. SEEDLINGS IN TWO ENVIRONMENTS AND LEVELS OF FERTIGATION

Renata de Paiva Dantas<sup>1</sup> Francisco de Assis de Oliveira<sup>2</sup> Antonio Lucieudo Gonçalves Cavalcante<sup>1</sup> Kleane Targino Oliveira Pereira<sup>1</sup> Mychelle Karla Teixeira de Oliveira<sup>3</sup> José Francimar de Medeiros<sup>2</sup>

#### RESUMO

A qualidade de mudas de espécies arbóreas é de fundamental importância para se obter êxito em projeto de reflorestamento ou de exploração comercial. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência de dois ambientes (AMB-1, casa de vegetação; AMB-2, câmara plástica instalada dentro da casa de vegetação) e concentrações de nutrientes aplicados via fertirrigação (0, 50, 100 e 150% de uma solução nutritiva padrão) na produção de mudas de *Tabebuia aurea*, utilizando delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST), relação H/DC, área foliar específica (AFE), razão de área foliar (ARF) e índice de qualidade de Dickson (IQD). A análise dos dados revelou que houve interação significativa entre os fatores para a maioria das variáveis. O uso da câmara plástica (AMB-2) proporcionou maior crescimento das mudas de *Tabebuia aurea*. Soluções de fertirrigação com concentração de nutrientes variando de 80 a 100% da solução padrão proporcionam mudas de *Tabebuia aurea* de melhor qualidade.

**Palavras-chave:** *Tabebuia aurea*; espécies florestais; índice de qualidade de Dickson.

#### ABSTRACT

The quality of seedlings of tree species is crucial to succeed in reforestation project or commercial exploitation. This work was to evaluate the influence of two environments (AMB-1, greenhouse; AMB-2, plastic camera installed inside the greenhouse) and concentrations of nutrients applied by fertigation (0; 50; 100 and 150% of a patterns nutrient solution) in the production of seedlings of *Tabebuia aurea* using design was completely randomized, with four replications. The following growth characteristics were evaluated: height, stem diameter, number of leaves, leaf area, dry matter aerial part, dry root matter, dry root weight, total dry matter, height/stem diameter ratio, specific leaf area, leaf area ratio and Dickson quality index (IQD). Data analysis revealed that there was significant interaction between the factors for most variables. The use of the plastic chamber (AMB-2) provided greater growth of *Tabebuia aurea* seedlings. Fertigation solutions with nutrient concentrations varying from 80 to 100% of the standard solution provide better quality *Tabebuia aurea* seedlings.

**Keywords:** *Tabebuia aurea*; forest species; index of Dickson quality.

1 Engenheiro (a) Florestal, Mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59.625-900, Mossoró (RN), Brasil. [renatadepaiva@hotmail.com](mailto:renatadepaiva@hotmail.com) / [kleane\\_rn@hotmail.com](mailto:kleane_rn@hotmail.com) / [cieudo.eng@gmail.com](mailto:cieudo.eng@gmail.com)

2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59.625-900, Mossoró (RN), Brasil. [thikaoamigao@ufersa.edu.br](mailto:thikaoamigao@ufersa.edu.br) / [jfmedeir@ufersa.edu.br](mailto:jfmedeir@ufersa.edu.br)

3 Engenheira Agrônoma, Dra. Fitotecnia, Rua Antônio Vitor, Conjunto Vingt Rosado, CEP 59.626-310, Mossoró (RN), Brasil. [mymykar@gmail.com](mailto:mymykar@gmail.com)

Recebido para publicação em 3/03/2014 e aceito em 23/06/2017

## INTRODUÇÃO

A *Tabebuia aurea* Manso Benth & Hook, também conhecida como craibeira, caraíba, paratudo-do-campo, carobeira, craiba, carnaúba-do-campo, caroba-do-campo, entre outros, pertence à família botânica Bignoniaceae e é de ocorrência em regiões de Caatinga, Cerrado e Pantanal, atingido entre 5-20 m de altura e 60-100 cm de diâmetro. A craibeira é uma espécie perenifólia da caatinga de porte elevado e grande diâmetro de sombra sob a copa, sendo muito empregada na carpintaria e na medicina popular (PEREIRA, 2005). Devido ao elevado valor energético de sua madeira, a espécie tem sido uma das mais extraídas para uso como lenha ou para a produção de carvão vegetal, o que tem contribuído para acelerar seu processo de extinção, tornando-se cada vez mais rara em áreas do bioma Caatinga (SÁ et al., 2013).

O êxito dos projetos de reflorestamentos comerciais ou com fins conservacionistas depende, entre outros fatores, da correta escolha das espécies. Na fase inicial de um reflorestamento, as espécies pioneiras, ou que apresentam ciclo de vida curto, são consideradas mais adequadas por terem rápido crescimento (BARBOSA et al., 2012).

Na região do Semiárido Nordeste, um dos principais desafios para se obter sucesso no reflorestamento está relacionado com a qualidade do solo, principalmente porque a maioria das áreas aptas para este fim apresenta elevados índices de degradação, com destaque para a grande existência de áreas salinizadas.

Na escolha das espécies para utilização em reflorestamento deve ser considerada uma série de fatores, dentre estes, a tolerância das espécies às condições adversas do ambiente, como condições de estresse hídrico e salino. Neste contexto, a *Tabebuia aurea* destaca-se por apresentar crescimento satisfatório em solos salinizados (HOLANDA et al., 2007; SÁ et al., 2013).

Outro fator de grande influência no êxito do reflorestamento está diretamente relacionado com a qualidade das mudas. Na literatura são encontrados diversos trabalhos que relatam a importância da fertilização mineral sobre o desenvolvimento e qualidade de mudas florestais (ROSSA et al., 2013; SOUZA et al., 2013).

Na produção de mudas, outro fator ambiental de grande importância sobre o desenvolvimento das plantas é a intensidade da luminosidade, porém, a natureza destas respostas varia entre as espécies arbóreas, podendo-se encontrar relatos de espécies que apresentam maior desenvolvimento sob sol pleno, outras se desenvolvem melhor sob condições de maior sombreamento, enquanto algumas não são afetadas pela luminosidade (DANTAS et al., 2009; AGUIAR et al., 2011; OLIVEIRA; PEREZ, 2012).

Muitos dos estudos relatam que sob ambiente sombreado, as mudas podem apresentar elevado crescimento em altura em detrimento da redução no diâmetro do coleto, podendo apresentar sinais de estiolamento, provocando reduzida relação altura/diâmetro do coleto, o que pode caracterizar muda de baixa qualidade, pois, de acordo com Carneiro (1995), quanto menor a relação comprimento em altura/diâmetro do coleto, maior será a capacidade de as mudas sobreviverem e se estabelecerem na área de plantio definitivo.

Desta forma, a escolha do ambiente ideal de produção de mudas e da fertilização adequada para cada espécie é fator primordial para se obter mudas mais vigorosas, uma vez que a qualidade das mudas está relacionada diretamente com o sucesso no reflorestamento, resultando em menor custo com replantio, e crescimento mais acelerado; contribuindo para que a muda supere a competição com as plantas daninhas mais rapidamente, promovendo redução de gastos com tratamentos culturais (FIGUEIREDO et al., 2011).

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o crescimento e a qualidade de mudas de *Tabebuia aurea* sob dois ambientes de produção e diferentes concentrações de nutrientes em solução de fertirrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de março a maio de 2013, em casa de vegetação, no Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró-RN, nas coordenadas de 5°11'31" S e 37°20'40" W, com altitude média de 18 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é seco e muito quente, com duas estações pouco definidas: uma seca (junho a

janeiro) e outra chuvosa (fevereiro a maio). A temperatura média anual é de 27°C, a umidade relativa média do ar é de 68% e a precipitação pluviométrica anual é bastante irregular, com média de 673 mm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por um vaso com capacidade para três litros de substrato, contendo uma planta.

Os tratamentos resultaram da combinação de dois ambientes (AMB-1, casa de vegetação, AMB-2, câmara plástica instalada no interior da casa de vegetação) com quatro concentrações de fertilizantes aplicadas via fertirrigação (0, 50, 100 e 150%). A concentração 100% correspondeu à solução nutritiva considerada padrão e apresentava as seguintes quantidades de fertilizantes ( $\text{g L}^{-1}$ ): 0,5 g de nitrato de cálcio; 0,37 g de nitrato de potássio; 0,14 g fosfato monoamônico; 27 g sulfato de magnésio; 0,06 g de Quelatec® (mistura sólida de EDTA-chelate nutrientes contendo 0,28% Cu, 7,5% Fe, 3,5% Mn, 0,7% Zn, 0,65% B e 0,3% Mo).

A câmara plástica (AMB-2) possui dimensões de: 4,40 m x 1,0 m x 0,70 m suspensa 1,0 m do solo, com uma cobertura de filme de polietileno (100  $\mu\text{m}$ , baixa densidade) e fechada nas laterais.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido com 72 células, utilizando-se substrato à base de fibra de coco, colocando-se duas sementes em cada célula, e realizando o desbaste cinco dias após a emergência, deixando em cada célula a plântula mais vigorosa. Quando as mudas atingiram 5 cm de altura foram transplantadas para os vasos, colocando-se uma plântula em cada vaso.

Como substrato foi utilizado material de solo classificado como Argissolo. Antes da instalação do experimento foi realizada análise química do material de solo utilizado, cujas características são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1: Atributos químicos do solo utilizado no experimento.

TABLE 1: Chemical properties of the soil used in the experiment.

| pH                   | CE                 | P     | K                   | Na    | Ca    | Mg    | (H+Al)                          | SB    | CTC   | t     | V     | PST |
|----------------------|--------------------|-------|---------------------|-------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{dS m}^{-1}$ | ----- | $\text{mg dm}^{-3}$ | ----- | ----- | ----- | $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ | ----- | ----- | ----- | ----- | %   |
| 6,18                 | 0,06               | 5,22  | 44,53               | 8,65  | 1,62  | 1,88  | 1,32                            | 3,65  | 4,79  | 3,65  | 73    | 1   |

Em que: pH = potencial hidrogeniônico; CE = condutividade elétrica; K = potássio; Na = sódio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; (H+Al) = acidez potencial; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; t = CTC efetiva; V = saturação por bases; PST = porcentagem de sódio trocável.

No período entre o transplante e o pegamento das mudas, as irrigações foram realizadas utilizando água do sistema de abastecimento do *campus* da UFERSA. Após esse período foram realizadas fertirrigações diárias de acordo com cada tratamento, com exceção do tratamento sem aplicação de fertirrigação, no qual as plantas eram apenas irrigadas durante todo o experimento.

As mudas foram avaliadas após 60 dias de fertirrigação, sendo retiradas dos vasos separando-se as raízes do substrato. Em seguida, as mudas foram analisadas quanto às seguintes características: altura (H), compreendida entre a distância do coleto ao meristema apical da planta com régua graduada em milímetro; diâmetro do coleto (DC), utilizando um paquímetro digital e número de folhas (NF); área foliar (AF), determinada a partir de medidas lineares de comprimento (C) e largura de cada folha (L), adotando-se o modelo proposto por Queiroz et al. (2013) ( $\text{AF} = 0,7818 \times \text{CL}$ ,  $\text{R}^2 = 0,9979$ ); massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST).

Para as análises de massa seca, as plantas foram separadas em folhas, caule e raiz, e em seguida foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificadas, e em seguida foram postas para secagem em estufa de circulação de ar forçado em temperatura de 65°C até atingir massa constante.

Além dessas variáveis de crescimento, avaliaram-se os seguintes índices fisiológicos: relação altura/diâmetro do coleto (H/DC); área foliar específica (AFE), determinada pela razão entre a área foliar e a massa seca de folhas ( $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  MSF); razão de área foliar (RAF), determinada pela razão entre a área foliar

e a massa seca total ( $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  MST); e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

O IQD é calculado de forma balanceada, em que se incluem as relações dos parâmetros morfológicos como MST, MSPA, MSR, H e DC, o qual foi desenvolvido em trabalho realizado com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monticola* (DICKSON et al., 1960), sendo determinado pela equação 1.

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST (g)}}{\frac{\text{H (cm)}}{\text{DC (mm)}} + \frac{\text{MSPA (g)}}{\text{MSR (g)}}} \quad (1)$$

Em que: IQD – índice de qualidade de Dickson; MST – massa seca total (g); H – altura da parte aérea (cm); DC – diâmetro do coleto (mm); MSR – massa seca de raiz (g); MSPA – massa seca da parte aérea (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando detectados efeitos significativos pelo teste F, a 5% de probabilidade, foram ajustadas equações de regressão para avaliar o efeito das concentrações de nutrientes na solução nutritiva. As variáveis independentes qualitativas (Ambientes) foram analisadas através do teste Tukey ( $p < 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas através do *software* Sisvar (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância, foi observado efeito significativo da interação entre os fatores soluções de fertirrigação (SOL) e ambientes (AMB) sobre as variáveis número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) a 1% de probabilidade, não sendo observada resposta significativa para as demais variáveis.

Avaliando o efeito dos fatores isolados, verificou-se que houve efeito significativo das soluções de fertirrigação para altura (H), NF, MSPA, MSR, MST, AFE, RAF e IQD ( $p < 0,01$ ), não ocorrendo efeito significativo para diâmetro do coleto (DC), AF e relação altura/diâmetro do coleto (H/DC) ( $p > 0,05$ ). Quanto ao efeito dos ambientes, verificaram-se respostas significativas para as variáveis H, DC, NF, AF, MSPA, MSR, MST, H/DC e AFE ( $p < 0,01$ ), bem como para o índice de qualidade de Dickson (IQD) a 5% de probabilidade e não significativo para RAF (Tabela 2).

Conforme descrito anteriormente, houve diferença entre os ambientes de cultivo para a maioria das variáveis de crescimento analisadas, sendo observada superioridade do AMB-1 para as variáveis diâmetro do coleto e índice de qualidade de Dickson, sendo superior em relação ao AMB-2 em aproximadamente 33 e 47%, para DC e IQD, respectivamente (Tabela 2).

Para as demais variáveis, os maiores valores ocorreram nas mudas mantidas no AMB-2, sendo verificadas diferenças percentuais na ordem de 41, 30, 38, 19, 126, 34, 99 e 21%, para H, NF, AF, MSPA, MSR, MST, H/DC e AFE, respectivamente. Não foi observada diferença significativa entre os ambientes para a razão de área foliar (RAF), sendo verificada RAF média de  $104,65 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  MST entre os dois ambientes (Tabela 2).

TABELA 2: Resumo da análise de variância e valores médios para as variáveis de crescimento em mudas de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. produzidas em dois ambientes e submetidas a diferentes níveis de fertirrigação.TABLE 2: Summary of analysis of variance and mean values for the variables of growth of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. seedlings grown in two environments and subjected to different levels of fertigation.

| Fontes de variação             | GL | Quadrados médios   |                    |          |                        |                         |         |         |                    |                                 |                                 |                    |
|--------------------------------|----|--------------------|--------------------|----------|------------------------|-------------------------|---------|---------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|
|                                |    | H                  | DC                 | NF       | AF                     | MSPA                    | MSR     | MST     | H/DC               | AFE                             | RAF                             | IQD                |
| Solução de fertirrigação (SOL) | 1  | 15,88**            | 0,41 <sup>ns</sup> | 23,87**  | 4151,47 <sup>ns</sup>  | 4,91**                  | 1,41**  | 5,91**  | 0,11 <sup>ns</sup> | 3293,55**                       | 383,02**                        | 13,29**            |
| Ambientes (AMB)                | 3  | 1281,45**          | 60,72**            | 200,10** | 1167227,75**           | 21,71**                 | 23,17** | 89,68** | 41,38**            | 9762,24**                       | 38,24 <sup>ns</sup>             | 0,49*              |
| SOL x AMB                      | 3  | 3,71 <sup>ns</sup> | 1,21 <sup>ns</sup> | 29,75**  | 64821,21**             | 1,44**                  | 1,07**  | 1,83**  | 0,07 <sup>ns</sup> | 3073,97**                       | 606,49**                        | 0,29 <sup>ns</sup> |
| Resíduo                        | 24 | 2,1                | 0,8                | 1,62     | 7554,72                | 0,25                    | 0,08    | 0,34    | 0,16               | 303,66                          | 62,85                           | 0,13               |
| CV (%)                         |    | 9,35               | 9,13               | 9,76     | 13,85                  | 9,76                    | 12,98   | 12,23   | 11,63              | 9,11                            | 13,65                           | 10,51              |
| Teste de médias                |    | ALT                | DC                 | NF       | AF                     | MSPA                    | MSR     | MST     | ALT/DC             | AFE                             | RAF                             | IQD                |
| Ambientes                      |    | Cm                 | mm                 | unidade  | cm <sup>2</sup> planta | -g planta <sup>-1</sup> |         |         |                    | cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> | cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> |                    |
|                                |    |                    |                    |          |                        | -                       |         |         |                    | MSF                             | MST                             |                    |
| AMB-1                          |    | 25,45 b            | 11,17 a            | 16,44 b  | 1002,43 b              | 8,42 b                  | 1,35 b  | 9,77 b  | 2,29 b             | 171,79 b                        | 103,56 a                        | 4,01 a             |
| AMB-2                          |    | 35,80 a            | 8,42 b             | 21,44 a  | 1384,40 a              | 10,07 a                 | 3,05 a  | 13,12 a | 4,56 a             | 208,73 a                        | 105,74 a                        | 2,72 b             |
| Média                          |    | 30,62              | 9,8                | 18,94    | 1193,42                | 9,25                    | 2,2     | 11,45   | 3,43               | 190,26                          | 104,65                          | 3,37               |

Em que: H = altura; DC = diâmetro do coleto; NF = número de folhas; AF = área foliar; MSPA = massa seca de parte aérea; MSR = massa seca de raiz; MST = massa seca total; H/DC = relação altura/diâmetro do coleto; AFE = área foliar específica; RAF = razão de área foliar; IQD = Índice de Qualidade de Dickson. \*, \*\* e ns = significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente; AMB = ambientes (1 = casa de vegetação, 2 = câmara plástica instalada no interior da casa de vegetação). Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Geralmente, o aumento em área de superfície da folha em plantas mantidas em ambientes sombreados representa estratégia adotada pelas plantas a fim de maximizar a interceptação da luz solar e a fixação de CO<sub>2</sub>, que é especialmente importante em plantas sob condição de baixa disponibilidade de luz, água e nutrientes (CAI et al., 2008).

Por sua vez, a menor área em relação à massa foliar em condições de alta luminosidade é resultado do maior investimento na formação de tecido paliádico mais espesso, com reflexo no aumento do número de cloroplastos e na quantidade de enzimas fotossintetizantes, melhorando a capacidade fotossintética por unidade de área foliar (FERREIRA et al., 2012).

Oliveira e Perez (2012) trabalhando com mudas de *Tabebuia aurea* sob diferentes condições de luminosidade, também constataram maior vigor, com base no índice de robustez, em plantas mantidas em condições de maior luminosidade.

Ainda na Tabela 2, pode-se verificar comportamento inverso para as variáveis H e DC, evidenciando que o aumento na H das mudas no AMB-2 ocorreu em detrimento da redução no DC, comportamento semelhante ao observado por Lima et al. (2008) em mudas de *Caesalpinia férrea* Mart. Ex Tul.

Os maiores valores observados no AMB-2 (Tabela 2) indica que a *Tabebuia aurea* apresentou ajuste morfológico e fisiológico à condição de menor luminosidade, evidenciando a existência de plasticidade, o que reflete no aumento potencial da captura de luz, importante para manter o crescimento e a sobrevivência das mudas em baixa luminosidade.

Analisando o efeito das soluções de fertirrigação, verificou-se que, conforme descrito anteriormente,

não houve resposta significativa para diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC, obtendo-se entre as soluções estudadas valores médios de 9,8 mm (DC) e 3,4 (H/DC). Tal comportamento diverge de outros trabalhos que relatam efeito significativo da adubação mineral sobre o DC (CRUZ et al., 2006; ROSSA et al., 2013). No entanto, esses autores notaram que a variável DC, em um determinado momento não responde mais à adubação. Com isso, a ausência de resposta observada neste trabalho pode ter ocorrido devido à quantidade de adubo orgânico utilizado no preparo do substrato, que pode ter sido suficiente para suprir parte da demanda nutricional das mudas.

Este resultado demonstra que a relação H/DC da *Tabebuia aurea* é pouco influenciada pela disponibilidade de nutrientes no substrato, estando de acordo com Botelho (2011), que avaliou a produção de mudas de *Tabebuia aurea* produzidas em vasos com diferentes substratos e não observou diferença significativa, apesar de ter ocorrido variação na relação H/DC de 3,1 a 6,0.

Comportamento semelhante foi observado por Cruz et al. (2006) trabalhando com mudas de setecascas [*Samanea inopinata* (Harms) Ducke] sob doses de nitrogênio, os quais não observaram resposta significativa para a relação H/DC, obtendo-se valor médio de 3,20.

De acordo com Carneiro (1995), esse índice exprime um equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em um só índice, sendo recomendado que, quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem na área de plantio definitivo. Jose et al. (2009) consideram que mudas de espécies florestais de alta qualidade devem apresentar índices H/DC menores que 10, e quando atendem a esse índice, apresentam maior sobrevivência após o plantio.

Para a variável altura de plantas (H), foi observado efeito isolado das soluções de fertirrigação, de forma que foi ajustada apenas uma equação de regressão a partir dos valores médios de altura obtidos nos dois ambientes. Inicialmente verificou-se resposta positiva ao aumento da concentração de nutrientes na solução de fertirrigação até o nível 90%, obtendo-se H máxima de 33,5 cm, e decrescendo a partir deste nível, de forma que os dados foram ajustados ao modelo quadrático ( $R^2 = 0,98$ ). Comparando-se esse resultado com o obtido na ausência de fertirrigação (0%, apenas água), na qual se verificou H de 25,8 cm, constatou-se aumento de aproximadamente 30% (Figura 1).

De acordo com Gonçalves et al. (2000), a muda de qualidade deve apresentar características típicas da espécie, definindo para espécies nativas uma altura entre 20 e 35 cm. Neste contexto, todos os tratamentos apresentaram mudas com altura suficiente para serem plantadas.

Apesar das mudas terem apresentado crescimento satisfatório, tomando-se como base a altura, esta variável não pode ser avaliada isoladamente, pois mudas muito altas podem ocorrer devido ao estiolamento.

Segundo Carneiro (1995), para que as mudas sejam de boa qualidade, a altura tem que ser compatível com o diâmetro do caule, o que Gonçalves et al. (2000) defendem que o diâmetro do coleto adequado deve apresentar dimensões variando de 5 a 10 mm, intervalo este observado no presente trabalho.

Tal resposta positiva ocorreu porque essa variável (H) apresenta sensibilidade ao fornecimento de nutrientes, especialmente nitrogênio, o qual pode proporcionar aumentos na altura das mudas (GOMES; PAIVA, 2006), comportamento também observado por Rossa et al. (2013) em mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*.

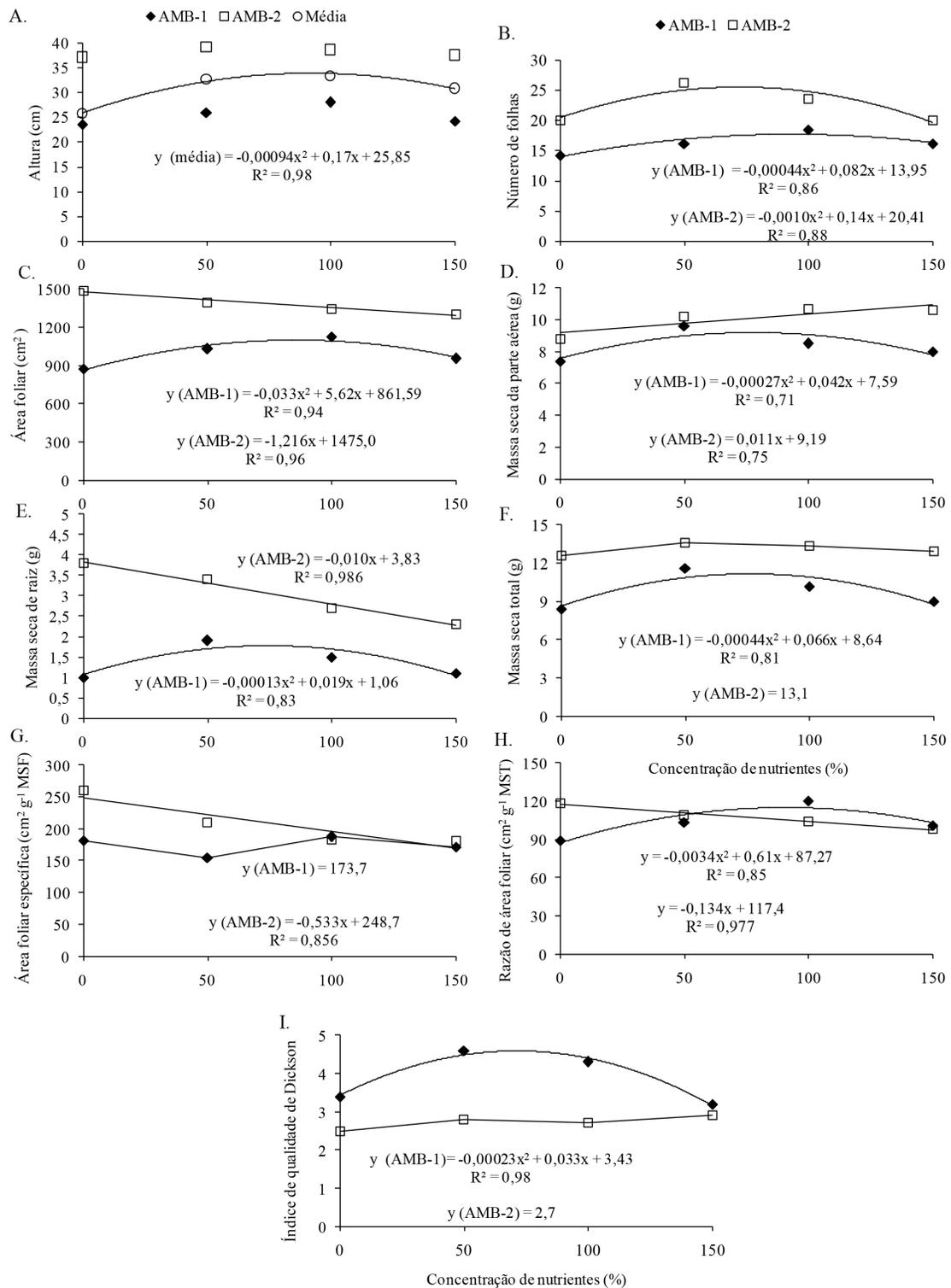


FIGURA 1: Gráficos de dispersão para altura (A), número de folhas (B), área foliar (C), massa seca da parte aérea (D), massa seca de raiz (E), massa seca total (F), área foliar específica (G), razão de área foliar (H), índice de qualidade de Dickson (I) em mudas de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. produzidas em dois ambientes e submetidas a diferentes níveis de fertirrigação.

FIGURE 1: Scatter plots for height (A), number of leaves (B), leaf area (C), dry weight of shoots (D), root dry weight (E), total dry matter (F), specific leaf area (G), leaf area ratio (H), Dickson quality index (I) of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. seedlings grown in two environments and subjected to different levels of fertigation.

O número de folhas (NF) foi afetado de forma quadrática pelo aumento na concentração de nutrientes para ambos os ambientes ( $R^2 = 0,86$  e  $0,88$ , respectivamente), obtendo-se maiores valores nas soluções de fertirrigação equivalentes a 93 e 70% da solução padrão, proporcionando NF máximos de 17,8 e 25,1 (Figura 1B). Comparando-se esses valores com os obtidos nas plantas que não receberam fertirrigação, verificaram-se ganhos na ordem de 28% para AMB-1 e 24% para AMB-2. Pode-se observar ainda, na Figura 1B, que o AMB-2 apresentou maior NF em todos os níveis de nutrientes.

Para a área foliar (AF) foram verificados comportamentos distintos em relação aos ambientes, sendo observada resposta quadrática ao aumento na concentração de nutrientes para AMB-1, sendo observado maior AF na concentração 85% ( $1100,8 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ), equivalente ao aumento na ordem de 28% em relação à ausência de fertirrigação. Já para o AMB-2, verificou-se resposta linear e negativa, de forma que a maior AF foi observada na ausência de fertirrigação, e em seguida foi reduzida em  $1,216 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$  por aumento unitário na concentração de nutrientes, ocorrendo redução total de 12% nas mudas submetidas à concentração 150% (Figura 1C).

A folha é o principal órgão no processo transpiratório, responsável pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente, assim, a determinação da área foliar proporciona fundamentação aos estudos fisiológicos, que envolvam o crescimento da planta, a interceptação de luz, a eficiência fotossintética, a evapotranspiração e a resposta a fertilizantes (BLANCO; FOLLEGATTI, 2005).

A área foliar está diretamente relacionada com o número de folhas e com a expansão do limbo foliar (área foliar unitária), e neste trabalho, verificou-se que houve comportamento semelhante para as variáveis NF e AF. No entanto, no AMB-2 ocorreu comportamento distinto dessas variáveis, provavelmente, porque o aumento no NF ocorreu em detrimento da expansão no limbo foliar.

Avaliando o efeito das soluções de fertirrigação sobre a produção de biomassa, verificaram-se respostas distintas considerando massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST).

Para MSPA foi observada resposta quadrática ( $R^2 = 0,71$ ) no AMB-1 com máxima MSPA na concentração 78% ( $9,2 \text{ g.planta}^{-1}$ ), decrescendo a partir deste nível. Para o AMB-2, verificou-se que a MSPA aumentou em resposta ao incremento de nutrientes na solução de fertirrigação, sendo observado ganho de aproximadamente  $11 \text{ mg.planta}^{-1}$ , com maior MSPA ocorrendo na maior concentração (150%), com  $10,8 \text{ g.planta}^{-1}$ , equivalente ao aumento de aproximadamente 18% (Figura 1D).

Comportamento semelhante ao observado por Cruz et al. (2006) em trabalho realizado com mudas de sete-cascas [*Samanea inopinata* (Harms) Ducke] submetidas a doses crescentes de nitrogênio, e por Rossa et al. (2013) trabalhando com adubação de liberação lenta em mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*.

A massa seca de raiz (MSR) também foi afetada de forma distinta pelas soluções de fertirrigação, de acordo com cada ambiente de cultivo. No AMB-1 ocorreu comportamento quadrático, com maior MSR ocorrendo na solução de fertirrigação de concentração igual a 73% ( $1,75 \text{ g.planta}^{-1}$ ), decrescendo a partir desta concentração. A partir da equação de regressão ajustada, verificou-se que houve aumento de 65% em relação à ausência de fertirrigação, na qual se obteve MSR de  $1,06 \text{ g.planta}^{-1}$ . Para o AMB-2, foi observada resposta linear e negativa, de forma que o maior valor ocorreu na ausência de fertirrigação ( $3,83 \text{ g.planta}^{-1}$ ), reduzindo em 10 mg na MSR por aumento unitário da concentração de nutrientes, e ocorrendo perda total de 64% na solução 150% (Figura 1E).

Para a massa seca total (MST), assim como observado para MSPA e MSR, houve respostas divergentes às soluções de fertirrigação de acordo com cada ambiente de cultivo. Neste caso, foi observada resposta significativa apenas para as plantas mantidas no AMB-1, as quais apresentaram resposta quadrática ( $R^2 = 0,81$ ), com maior valor ocorrendo na concentração 75% ( $11,1 \text{ g.planta}^{-1}$ ). Para as plantas mantidas no AMB-2, não foi observada resposta significativa, obtendo-se MST média de 13,1 g (Figura 1F).

A ausência de efeito da solução de fertirrigação sobre a MST nas mudas mantidas no AMB-2 pode ser atribuída, em parte, à quantidade de adubo orgânico adicionada no preparo do substrato. Outra possível causa pode estar relacionada com a menor quantidade de nutrientes aplicados neste ambiente, uma vez que nesse ambiente ocorreu menor transpiração, e, conseqüentemente, era requerida menor quantidade de solução.

A área foliar específica foi afetada pelas soluções de fertirrigação apenas nas mudas mantidas

no AMB-2, apresentando resposta linear e negativa, de forma que o maior valor ocorreu na ausência de fertirrigação (248,7 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MSF) e decrescendo com o aumento da concentração de nutrientes, de forma que na maior concentração (150%) obteve-se menor AFE (168,7 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MSF). Para o AMB-1 não houve resposta significativa, obtendo-se AFE média de 173,7 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MSF (Figura 1G).

A redução da AFE em decorrência do aumento de nutrientes deve-se, provavelmente, pelo crescimento ponderal das folhas relativamente à área foliar, que pode ser indício de aumento na espessura das folhas nas maiores concentrações.

Para a razão de área foliar (RAF), foram observadas respostas variadas em cada ambiente de cultivo. No AMB-1 ocorreu resposta quadrática, com maior valor observado na concentração 90% (114,6 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MST), correspondente ao aumento de 31% em relação ao valor obtido na ausência de fertirrigação, em que se verificou RAF de 87,3 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MST (Figura 1H). O aumento na RAF indica que nesta condição a maior parte do material fotossintetizado foi convertido em folhas para maior interceptação da energia luminosa.

Para as plantas mantidas no AMB-2 verificou-se resposta linear e decrescente, com redução na RAF de 0,134 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> por aumento unitário da concentração de nutrientes na solução de fertirrigação, de forma que se obteve maior valor na ausência de fertirrigação (117,4 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MST), e menor valor na concentração 150% (97,3 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MST), representando redução total de 21% (Figura 1H).

Não foi observada resposta significativa para o índice de qualidade de Dickson (IQD) nas plantas mantidas no AMB-2, obtendo-se IQD médio de 2,7. Entretanto, no AMB-1 verificou-se que este índice foi afetado pelo aumento da concentração de nutrientes de forma quadrática (R<sup>2</sup> = 0,98), com maior IQD ocorrendo na concentração 72% (4,61), decrescendo a partir deste nível. Verificou-se ainda que na ausência de fertirrigação obteve-se IQD de 3,4 (Figura 1I), considerado satisfatório, pois de acordo com a literatura, o valor mínimo padrão é de 0,20 (GOMES; PAIVA, 2006).

## CONCLUSÕES

O uso da câmara plástica (AMB-2) proporcionou maior crescimento das mudas de *Tabebuia aurea*.

Soluções de fertirrigação com concentração de nutrientes variando de 80 a 100% da solução padrão proporcionam mudas de *Tabebuia aurea* de melhor qualidade.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. et al. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.
- SAMPAIO, T. F.; POLO, M.; BARBOSA, W. Estudo do crescimento de espécies de árvores semidecíduas em uma área ciliar revegetada. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 879-885, 2012.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 4, p. 305-309, 2005.
- BOTELHO, A. V. F. **Influência de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. Ex. S.Moore**. 2011. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- CAI, Z. Q. et al. Effects of light and nutrients on seedlings of tropical *Bauhinia lianas* and trees. **Tree Physiology**, Oxford, v. 28, n. 8, p. 1277-1285, 2008.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR; FUPEF; Campos: UNEF, 1995. 451 p.
- CRUZ, C. A. F. et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006.
- DANTAS, B. F. et al. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 36, p. 10-13, 1960.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

- FERREIRA, M. J. et al. Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de castanheira-da-amazônia em área degradada e submetidas à adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 393-401, 2012.
- FIGUEIREDO, F. A. M. M. A. et al. Efeitos das variações biométricas de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 1-11, 2011.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 116 p.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 191-268.
- HOLANDA, A. C. et al. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por saís. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. 7, n. 1, p. 39-50, 2007.
- JOSE, A. C. et al. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi). **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 3, p. 73-86, 2009.
- LIMA, J. D. et al. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. exTul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.
- OLIVEIRA, A. K. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 263-273, 2012.
- PEREIRA, D. D. **Plantas, prosa e poesia do Semi-árido**. Campina Grande: EDUFPG, 2005.
- QUEIROZ, J. E. et al. Avaliação estatística da área foliar através de modelos de equações em duas espécies florestais. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 1, p. 146-153, 2013.
- ROSSA, U. B. et al. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 93-104, 2013.
- SÁ, F. V. S. et al. Crescimento inicial de arbóreas nativas em solo salino-sódico do nordeste brasileiro tratado com corretivos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 388-396, 2013.
- SOUZA, N. H. et al. Estudo nutricional da canafístula (I): crescimento e qualidade de mudas em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 717-724, 2013.